

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ЛЕГИРОВАНИЯ ЛИСТОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ СПЛАВА VST2 НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ, ФАЗОВОГО СОСТАВА И КОМПЛЕКСА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Жлоба А. В.

ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», научно-технический центр,
инженер-исследователь I категории лаборатории металлографии
титановых сплавов

Цель работы: изучение влияния режимов термической обработки и легирования на формирование структуры, фазового состава и комплекса механических свойств листовых полуфабрикатов из двухфазного титанового сплава VST2.

Поставленные задачи:

- изучить влияние легирования на формирование структуры, фазового состава и комплекса механических свойств сплава VST2;
- изучить влияние температуры закалки и среды охлаждения на формирование структуры и комплекса механических свойств сплава VST2;
- определить взаимосвязь между структурой, фазовым составом и комплексом механических свойств

Титановый сплав VST2 разработанный корпорацией « ВСМПО-АВИСМА» является новым, при его выплавке используется большое количество возвратных кусковых отходов и отходов в виде стружки, а так же низкосортная титановая губка. Благодаря этому себестоимость продукции изготовленной из этого сплава существенно снижена. Данный сплав относится к сплавам $\alpha+\beta$ мартенситного класса, близок по содержанию β -стабилизаторов к сплаву BT23. Обладает наилучшим сочетанием механических свойств в термоупрочнённом состоянии.

В зависимости от назначения и условий эксплуатации изделия листы сплава VST2 должны обладать определенной структурой и комплексом механических и баллистических свойств. Для разработки новых видов изделия и освоения не традиционных рынков необходимо проведение детальных исследований формирования структуры и свойств при различной термической обработке и легировании.

В качестве исходного материала для исследования были выбраны две плавки 0-17-6661 и 0-17-6662 с различным содержанием легирующих элементов в пределах марочного состава. Плавка 0-17-6661 имеет повышенное содержание алюминия 5 % вместо 4,7 % в плавке 0-17-6662 и более высокое содержание β -стабилизаторов.

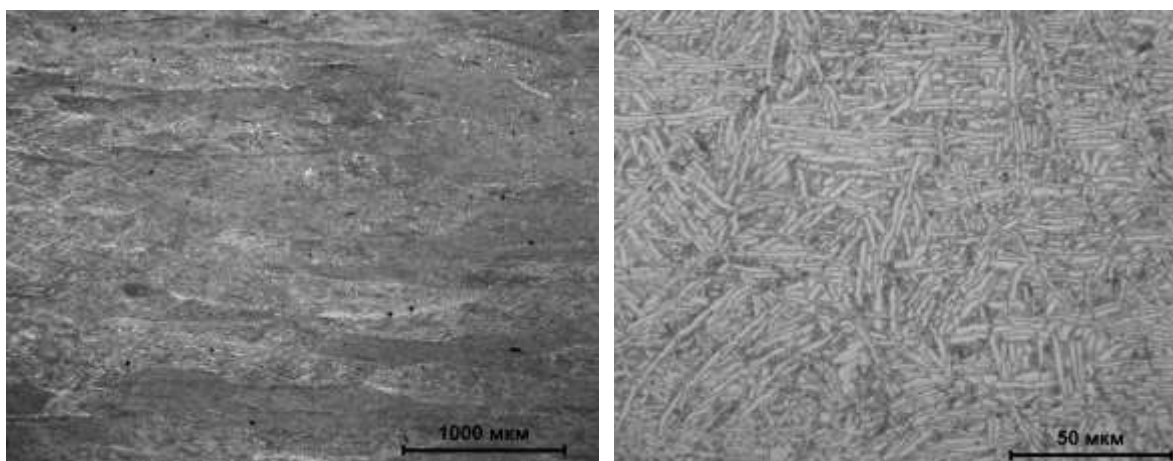


Рисунок 1. Микроструктура листов сплава VST2 плавки 0-17-6661 в исходном состоянии

Таблица 2 Механические свойства сплава VST2 плавки 0-17-6661 и 0-17-6662 в исходном состоянии

Номер Плавки	Направление	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	KCU, МДж/м ²
0-17-6661	Вдоль направления прокатки	1115 1117	1014 1039	12 12	0,7
	Перпендикулярно направлению прокатки	1148 1153	1065 1103	9 23	0,5
0-17-6662	Вдоль направления прокатки	1023 1053	965 995	16 20	0,9
	Перпендикулярно направлению прокатки	1057 1061	998 1003	16 16	0,2

Таблица 3 Фазовый состав сплава VST2 после охлаждения с температур 790...990 °С в различных средах

Температура нагрева, °С	Среда охлаждения			
	Вода		Воздух	Печь
	0-17-06661	0-17-06662	0-17-06661 и 0-17-06662	
790	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
815	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
840	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
865	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta + \alpha''$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
890	$\alpha + \beta + \alpha''$	$\alpha + \beta + \alpha''$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
915	$\alpha + \beta + \alpha''$	$\alpha + \beta + \alpha''$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
940	$\alpha + \beta + \alpha'$	$\alpha + \alpha''$	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
965	$\beta + \alpha'$	α''	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
990	$\beta + \alpha'$	α''	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучено влияние температуры нагрева в интервале ($T_{\text{пп}} - 150$)...($T_{\text{пп}} + 50$) °С с шагом 25 °С и последующего охлаждения в воде, на воздухе, в печи на формирование структуры, фазового состава титанового сплава VST2 двух плавок с разным составом. Показан, что в ходе закалки до температуры 865 °С происходит образование β -метастабильного твердого раствора и α - фазы, в температурном интервале 865...915 °С – $\alpha + \beta + \alpha'$ - фаз, при температурах выше 940 °С происходит образование, либо мартенсит α' и фиксация β – фазы, либо α'' - мартенсит, в зависимости от состава сплава. Показано, что при температурах закалки вблизи $T_{\text{пп}}$ (940 °С) и выше $T_{\text{пп}}$ (965 и 990 °С) за счет уменьшения объемной доли α - фазы в структуре наблюдается рост β - зерна.

2. Произведен сравнительный анализ двух плавок разного состава сплава VST2. Показано, что листы плавки 0-17-6661 ($K_{\beta} = 0,67$) и 0-17-6662 ($K_{\beta} = 0,55$) имеют разную температуру при которой в ходе закалки β - фаза начинает претерпевать мартенситное превращение (890 °С и 865 °С соответственно), разную температуру начала глобуляризации пластин первичной α - фазы (890 °С и 865 °С соответственно).

3. Построены диаграммы изменения свойств от температуры и скорости охлаждения. Получено, что наиболее высокие значения твердости HRC и микротвердости HV получаются при закалке из β - области. Показано, что величина модуля упругости зависит от фазового состава и объемной доли фаз в структуре.

Показано, что при закалке сплава VST2 наблюдается снижение предела текучести $\sigma_{0,2}$ в температурном интервале 865...915 °С.

Получено, что сбалансированное сочетание механических свойств формируется после охлаждения на воздухе с температур 840...890 °С: $\sigma_{\text{в}} \approx 1100...1200$ МПа, $\sigma_{0,2} \approx 1000...1050$ МПа, $\delta \approx 8...12$ %, KCU $\approx 0,5...0,6$ % МДж/м².

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Носова Г.И. Фазовые превращения в сплавах титана / Г.И. Носова. М.: Металлургия, 1968. 181 с.;
2. ТУ 1825-674-07510017-2013. Листы и плиты из титанового сплава марки VST-2В. Введ. 2013-01-18. Корпорация ВСМПО-АВИСМА, 7 с., Группа В53;
3. Моисеев В.Н. Мартенситные превращения при деформации в титановых сплавах с метастабильной β -фазой /В.Н. Моисеев // МиТОМ. 1972. №5. С. 18...23.
4. Хорев А.И. Титановый сплав BT23 и его сравнение с лучшими зарубежными сплавами / А.И.Хорев // Титан. 2006. №1. С. 47...52;
5. Влияние режимов термической обработки на механические свойства и фазовый состав сплава BT23 / Хорев А.И., Ермолова М.И., Гуськова Е.И. и др.// Легирование и термическая обработка титановых сплавов. М.: ОНТИ ВИАМ. 1977. С. 96...105;
6. Томсинский В.С., Иванов А.С., Гаврилова О.В. Влияние изотермической выдержки на процессы распада метастабильных фаз в титановом сплаве BT23 // ФММ. 1975. Т.40. вып. 6. С. 1310...1312;